

Enseñanza de la Estadística Mediante Proyectos de Iniciación Científica en Estudiantes Universitarios

María Lidia Retamal Pérez¹

Resumen

La enseñanza de la estadística mediante la estrategia de aprendizaje orientado a proyectos es implementada en el plan de estudios de ingeniería basados en resultados de aprendizajes. Se analizan cuatro actividades de aprendizaje en el curso de Probabilidades y Estadística para estudiantes de segundo año de Ingeniería Civil. Los resultados de aprendizaje indican que un grupo importante del curso logró utilizar correctamente la metodología de la estadística descriptiva, aplicar adecuadamente los conceptos de inferencia estadística y el uso de recursos informáticos en el análisis de información. No obstante, hubo dificultades de comprensión en los argumentos de las hipótesis estadísticas e interpretación de representaciones gráficas.

Abstract

The teaching of statistics through project-oriented strategy is implemented in the engineering curriculum based on learning outcomes. We analyze four learning activities in the course of Probability and Statistics for Civil Engineering. Learning outcomes indicate that a large group of course achieved successfully use the methodology of descriptive statistics, properly apply the concepts of statistical inference and the use of computing resources in the analysis. However, there were difficulties in understanding the arguments of statistical assumptions and interpretation of graphical representations.

Palabras clave: Enseñanza por proyectos, estadística, estudiantes universitarios

Keywords: Teaching by projects, statistics, university students

Modalidad: Ponencia

¹ Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. lretamal@ucsc.cl

Introducción

Las Escuelas de Ingeniería están interesadas por estructurar sus carreras orientadas al desarrollo de competencias (Letelier, López, Carrasco y Pérez, 2005) y definir estándares para el currículum de pregrado, siendo uno de ellos los resultados de aprendizaje. En cuanto a las universidades chilenas, las Facultades de Ingenierías están implementando los nuevos planes de estudios basados en competencias, en un contexto de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar (CDIO), lo cual conlleva a un cambio en profundidad y readecuación del contenido disciplinario en las ciencias básicas y una evaluación formativa y certificada orientada claramente hacia los resultados de aprendizaje.

En la enseñanza actual de la estadística aumenta el interés didáctico sobre la enseñanza de la estadística descriptiva, las distribuciones muestrales, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis, donde enunciados como el teorema central del límite se considera frecuentemente en situaciones profesionales a la ingeniería y como herramienta de investigación (Retamal, Alvarado y Rebolledo, 2007). La estadística puede ser considerada, en el currículo de ingeniería, una etapa de transición entre los conocimientos de matemática y de las ciencias de la ingeniería. La distribución muestral es considerada la piedra angular de la inferencia estadística (Gardfiel, delMas y Chance, 2004) y tiene como prerequisites esenciales para su comprensión apropiarse de la idea de distribución y variabilidad (Pfannkuh y Wild, 2004) y familiarización con distribuciones comunes como la binomial y la normal (Ramírez, 2008). Es un tópico de la estadística considerada difícil para los estudiantes, ya que conjuga muchos conceptos asociados, diversos tipos de lenguaje y representaciones, propiedades, procedimientos y argumentos. Específicamente, las distribuciones muestrales se consideran importantes en el trabajo del ingeniero, al proporcionar herramientas metodológicas para analizar la variabilidad, determinar relaciones entre variables, diseñar de forma óptima experimentos, mejorar las predicciones y la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre.

Este trabajo de implementación de la estrategia de aprendizaje orientada a proyectos ha permitido contribuir a la adquisición de las competencias básicas en cuanto a la capacidad para interpretar y evaluar críticamente información estadística y capacidad de comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante (Gald, 2002). Además, la metodología ha proporcionado cruces interdisciplinarios y actividades de integración. El diseño e implementación de la enseñanza de conceptos estadísticos por proyectos, fue dirigida a 55 estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Civil Industrial e Ingeniería Civil Geológica. Ésta contempló un acercamiento global de los conceptos por medio de representaciones manipulativas y computacionales.

La experiencia docente contempló la elaboración de variadas actividades de aprendizaje, cuya implementación fue facilitada mediante el uso adecuado de las tecnologías de información. Se ha observado el compromiso de los estudiantes en las actividades en ambas asignaturas, presentando sus tareas y trabajo final en una defensa oral de análisis de información de problemas aplicados a la ingeniería. De esta manera, los estudiantes dan cuenta de la importancia de la probabilidad y la estadística como herramienta de análisis en la toma de decisiones en distintos contextos propios de su profesión.

Fundamento del estudio

Enseñanza de la Estadística

El interés reciente por la enseñanza de la probabilidad y estadística ha sido impulsado por el crecimiento de sus aplicaciones y la difusión de la informática. Las probabilidades son la base de la inferencia estadística. En la literatura se sugiere la utilización de la simulación computacional como alternativa para abordar la problemática de estos temas, en nuestro caso el uso de la plataforma virtual *ev@*, la planilla Excel y applets. Así, se propone realizar actividades-problema con datos reales, de donde surgirán conceptos de estadística descriptiva, distribuciones de probabilidad, distribuciones muestrales y elementos de inferencia estadística.

En la educación estadística se sugiere el uso de la informática para abordar el aprendizaje de la distribución muestral, por ejemplo la utilización de applets disponibles en ambiente web (Inzunza, 2007; Garfield y Ben-Zvi, 2008). Chance, Ben-Zvi, Garfield y Medina (2007) resaltan el apoyo que puede entregar los recursos informáticos en actividades de: automatización de cálculos y gráficos, exploración de datos, visualización de conceptos abstractos, simulación de fenómenos aleatorios, investigación de problemas reales.

Inzunza (2006), analiza el significado de las distribuciones muestrales en un ambiente de simulación computacional mediante el software Fathom. Destaca que los estudiantes cometen errores frecuentes en el uso de representaciones numéricas, tienen un manejo superficial de los conceptos y propiedades de las distribuciones muestrales y presentan pocos elementos argumentativos. Retamal, Alvarado y Rebolledo (2007) llevan a cabo una enseñanza contextualizada de las distribuciones muestrales con uso del programa *@risk* en estudiantes de ingeniería. Sugieren para su comprensión desarrollar el lenguaje gráfico en la simulación, seguido de la representación algebraica según la naturaleza de las variables aleatorias. Ramírez (2008) analiza las formas de razonamiento que muestran estudiantes de maestría en el estudio de la distribución normal basado en un enfoque frecuencial y con un desarrollo empírico de la distribución con la simulación en el software Fathom. Concluye que este recurso le permitió erradicar o modificar las conceptualizaciones erróneas que tenían los estudiantes sobre la distribución normal, aunque destaca poner atención al lenguaje y simbología matemática utilizado por los estudiantes, como el uso de datos reales para el estudio de la distribución normal.

Los trabajos anteriores confirman la importancia de apropiarse de conceptos previos de la distribución muestral, que según Gardfiel, delMas y Chance (2004) corresponden al análisis de gráficos, medidas de tendencia central y de dispersión, construcción de la distribución normal, cálculo de probabilidades como área bajo la curva, noción de muestreo aleatorio y exploración de la variabilidad. Estudios relacionados se han realizado sobre las dificultades de comprensión de la aproximación normal por la normal y la presentación del teorema central del límite en una muestra de libros de texto de estadística destinados a la formación de ingenieros (Alvarado y Batanero, 2007). Estas investigaciones son la base de nuestra propuesta de enseñanza de la estadística por proyectos.

Estadística en la Ingeniería

Actualmente, distintas universidades están presentando nuevos modelos educativos basados en resultados de aprendizaje y competencias; destacando el rol activo del estudiante, la utilización de recursos informáticos y de plataformas en la docencia, la reflexión sobre la retroalimentación oportuna durante el proceso de la evaluación de los resultados de aprendizaje y la preparación del profesorado en metodologías de enseñanza actualizadas. En este modelo, la tarea no es fácil para los docentes, deben prepararse en temas como el diseño curricular, didáctica por competencias, participación activa de los estudiantes, tutorías personalizadas, entre otros. La base de este modelo son los estándares de “*La Iniciativa CDIO*” (<http://www.cdio.org/>), que busca proveer en los estudiantes de una educación que aborde los fundamentos de la ingeniería, en un contexto de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar (CDIO), los sistemas y productos del mundo real. De 12 *Estándares* los que se podrían desarrollar en cursos de estadística son los Resultados de aprendizaje, Aprendizaje activo y Evaluación del proceso de aprendizaje. La tendencia en las Escuelas de Ingeniería es a tener un currículo cada vez menos técnico y cada vez más práctico. Ello ha originado un gran interés por mejorar la enseñanza en este campo, por ejemplo en las Conferencias Internacionales sobre Enseñanza de la Estadística (ICOTS) se han organizado sesiones especiales sobre la formación estadística de los ingenieros (Martín, 2006; Romeu, 2006). Mediante nuestra propuesta metodológica queremos desarrollar las siguientes competencias estadísticas: Identificar, modelar y resolver problemas que describan fenómenos aleatorios en la práctica de ingeniería; resolver problemas que requieren herramientas de probabilidad y técnicas de inferencia estadística a partir de datos experimentales; usar técnicas o paquetes computacionales para modelar, analizar y resolver problemas del área de estadística; comunicar con claridad sus resultados provenientes de análisis estadísticos e interpretar críticamente información estadística.

Aprendizaje orientado a proyectos

Es indiscutible la importancia de las aplicaciones de la estadística y probabilidades en la ingeniería, por ejemplo en el análisis de los caudales de ríos para la construcción de puentes, estudio de olas para el diseño de un puerto marítimo, el análisis del procesamiento de datos para la toma de decisión, etc. En los recientes estándares del CDIO se recogen, de acuerdo a nuestra estrategia de enseñanza, la competencia de proponer soluciones concretas y viables a las situaciones analizadas, y el resultado de aprendizaje sobre el uso de recursos informáticos en el análisis de información estadística para la elaboración de informes orientados a proyectos. Esto hace referencia a una mayor variedad y cantidad de conceptos y procedimientos y enfatiza todo el proceso de razonamiento estadístico y el sentido de los datos. Se trata de presentar el análisis exploratorio de datos, centrar la estadística sobre las aplicaciones y mostrar su utilidad temprana en las ciencias de la ingeniería.

En nuestro contexto seguimos estas recomendaciones introduciendo en el aula de estadística el trabajo con proyectos, escogidos libremente por los estudiantes. En lugar de introducir los conceptos y técnicas descontextualizadas, se intenta presentar las diferentes fases de una investigación estadística: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a recoger, recogida y análisis de datos y obtención de conclusiones sobre el problema

planteado. La descripción de la metodología orientada a proyectos (Batanero y Díaz, 2011) tiene por elementos:

- a) Lectura, análisis y crítica de documentos escritos disponible en internet;
- b) Estudio y discusión en grupos de distintos temas contextualizados;
- c) Formulación de problemas; objetivos, hipótesis. Observación guiada;
- d) Búsqueda de datos; Análisis de resultados, conclusiones.
- e) Presentación de resultados.

El proyecto de iniciación científica se evaluará por etapas según el avance de contenidos del curso. El profesor guiará el proceso de elaboración del mismo. El material del curso estará disponible en la plataforma virtual, con recursos informáticos (Excel, G-Numeric, Applets). El profesor fomentará en el aula la discusión sobre la resolución de situaciones aplicadas a la ingeniería y se complementará con actividades prácticas en el laboratorio de computación, en que los estudiantes resolverán problemas en forma individual y/o en grupos.

Metodología de trabajo

La implementación de un proceso de estudio experimental sobre la enseñanza de la estadística basada en el aprendizaje orientado a proyecto se llevó a cabo durante el primer semestre del 2012, en dos cursos de Probabilidades y Estadística; 34 estudiantes de ingeniería civil industrial y 21 de ingeniería civil geológica, correspondiente al tercer semestre académico de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile. Los contenidos abordados en el semestre fueron: Estadística descriptiva, distribuciones de probabilidades, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. Las estrategias asociadas a los resultados de aprendizajes fueron:

Resultados de Aprendizaje 1: Utilizar los elementos metodológicos de la estadística descriptiva en una y dos variables en la descripción e interpretación de datos y elaboración de informes relacionados con la ciencia de la ingeniería.

Lectura y análisis crítico de datos disponible en los medios de comunicación.

Discusión sobre el uso de la estadística descriptiva en situaciones propias de la ingeniería.

Resolución de problemas en el aula y laboratorio de computación de forma individual y/o grupal, utilizando la planilla Excel y el programa G-numeric.

Observación y tutoría de las prácticas realizadas en el Taller.

Revisión de apunte de clases disponible en la plataforma virtual.

Resultados de Aprendizaje 2: Aplicar los conceptos de inferencia estadística para elegir intervalos de confianza y pruebas de hipótesis apropiados para el análisis de datos en la práctica de la ingeniería.

Revisión de apunte de clases disponible en la plataforma virtual.

Observación y tutoría de las prácticas realizadas en el Taller.

Resolución de problemas en el aula y laboratorio de computación de forma individual y/o grupal, con apoyo de Excel y el programa G-numeric.

Resultados de Aprendizaje 3: Uso de recursos informáticos en el análisis de información estadística para la elaboración de informes orientados a proyectos.

Tutorías de uso de software estadístico (G-numeric, applets y Excel) en el análisis de datos para la formulación y solución de pequeñas investigaciones en el contexto de la ingeniería.

El proceso de estudio del curso de estadística para 36 estudiantes de Ingeniería Civil Industrial y 19 de Ingeniería Civil Geológica se organizó mediante una secuencia didáctica agrupada por semana en tres sesiones de cátedra en el aula, dos de ayudantía en el aula y una sesión de taller en el laboratorio de computación. Los siguientes dispositivos computacionales fueron utilizados en las distintas sesiones del curso:

- a) Sala de clases: plataforma virtual de aprendizaje EV@ del curso, Planilla Excel, dos Applets elaborado en java sobre distribuciones de probabilidades. El profesor plantea ejercicios y en conjunto con los estudiantes los resuelven de forma algebraica y luego es comparada la solución con los resultados obtenidos con Excel y el applet.
- b) Laboratorio de Computación: Planilla Excel, G-Numeric, Applets. Los estudiantes resuelven ejercicios de cálculos de probabilidad e interpretación de representaciones gráficas de distribuciones de probabilidad con los dispositivos mencionados.
- c) Tareas fuera de clase: Uso de las herramientas informáticas para la presentación de los informes y exposiciones orales.
- d) Los estudiantes utilizaron el enlace de los foros y tareas disponible en la plataforma virtual con el objetivo de socializar con sus pares la información recogida en los distintos grupos en temas como la estadística en nuestra vida diaria y la solución de ejercicios propuestos en libros de textos.

Los proyectos planteados pretenden:

1. Caracterizar y plantear adecuadamente un problema de investigación a la ingeniería. Enunciar objetivos generales y específicos. Establecer hipótesis adecuadas.
2. Realizar búsquedas sistemáticas de documentación.
3. Utilizar el razonamiento estadístico en variadas situaciones a la ingeniería.
4. Demostrar dominio de los elementos metodológicos de la estadística descriptiva e inferencial, y de las propiedades básicas de distribuciones de probabilidades.
5. Discutir críticamente los resultados obtenidos, a la luz de los objetivos propuestos y de una revisión adecuada de estudios empíricos relacionados, en lo posible.
6. Utilizar correctamente los recursos informáticos en el análisis de información estadística para la elaboración del informe orientado a proyectos.
7. Contar con una panorámica general de los métodos estadísticos.

Resultados

A continuación, se ilustran las actividades diferenciadas que fueron planteadas a los estudiantes de ingeniería para ser desarrolladas en grupos fuera de clase en un tiempo dado de acuerdo a los tres resultados de aprendizaje pretendidos:

Actividad 1. *Estadística descriptiva en los medios.*

Indicación a los estudiantes: Buscar información acerca de la presencia de uso de la estadística y la probabilidad en los medios de comunicación. La noticia breve debe indicar la fuerza de los datos en un contexto y/o cómo los conceptos básicos asociados a los contenidos de este curso están presentes tanto en la vida cotidiana como en la ciencia de la ingeniería. Indicar breve título sin su nombre. Seleccionar una de las noticias y comentar en forma concisa los términos y conceptos vistos en clase. Enviar por el FORO de la plataforma.

El objetivo fue valorar la presencia de la alfabetización estadística en la vida cotidiana. La tabulación se realizó mediante la lista de cotejo, con presencia o ausencia de los ítems 1.1 a 1.4 en los respectivos trabajos. En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos del grupo curso. Se presentaron 55 trabajos, 34 de estudiantes de Ingeniería Civil Industrial (sección 1) y 21 de Ingeniería Civil Geológica (sección 2).

Tabla 1. Pauta de evaluación Actividad 1

Criterio: Lista de cotejo	Frecuencia éxito	% Porcentaje
1.1 Búsqueda de información de la presencia de la estadística en los medios de comunicación	47	85
1.2 Identifica conceptos básicos vistos en clase	39	71
1.3 Comenta sobre medidas estadísticas, representaciones tabular y gráfica en las noticias	17	31
1.4 Concluye sobre la importancia de los datos en un contexto social	24	44

Se observa de la Tabla 1, que el 85% de los estudiantes buscó información en los medios de comunicación. En cambio, sólo el 31% de ellos realizó comentarios sobre las medidas estadísticas (media, mediana, moda). Los temas escogidos fueron en las áreas de la ciencia de la ingeniería, ámbito social, económico, deporte y ambiental. El profesor desarrolló la actividad en conjunto con los estudiantes de la siguiente forma:

- Observamos los múltiples usos de la estadística descriptiva en una y dos variables en los distintos ámbitos, del entorno social y profesional.
- Analizamos con los estudiantes distintos enunciados presentes en las noticias de actualidad, anuncios que cualquier ciudadano debe leer y entender con información numérica y gráfica.

A continuación, se seleccionaron algunos trabajos para comentar cómo se presentan los datos y los distintos conceptos estadísticos y gráficos encontrados en los medios de comunicación. Así el estudiante identifica los contenidos de estadística descriptiva con situaciones de interés público, contribuyendo a su desarrollo como ciudadano.

Actividad 2. *Estadística descriptiva en un contexto.*

Indicaciones a los estudiantes: Aplicación de los elementos metodológicos de la estadística descriptiva en una y dos variables; en la búsqueda de información, descripción e interpretación de datos y elaboración de pequeños informes relacionados con temas de interés público. Presentación de resultados resumida en una diapositiva.

El objetivo fue analizar información de interés de los jóvenes utilizando la estadística descriptiva. La Figura 1 muestra uno de los trabajos enviado a la plataforma virtual por un grupo de estudiantes de ingeniería; donde describen los resultados de una encuesta a 300 estudiantes de la universidad sobre el tiempo dedicado al facebook y a preparar sus evaluaciones.

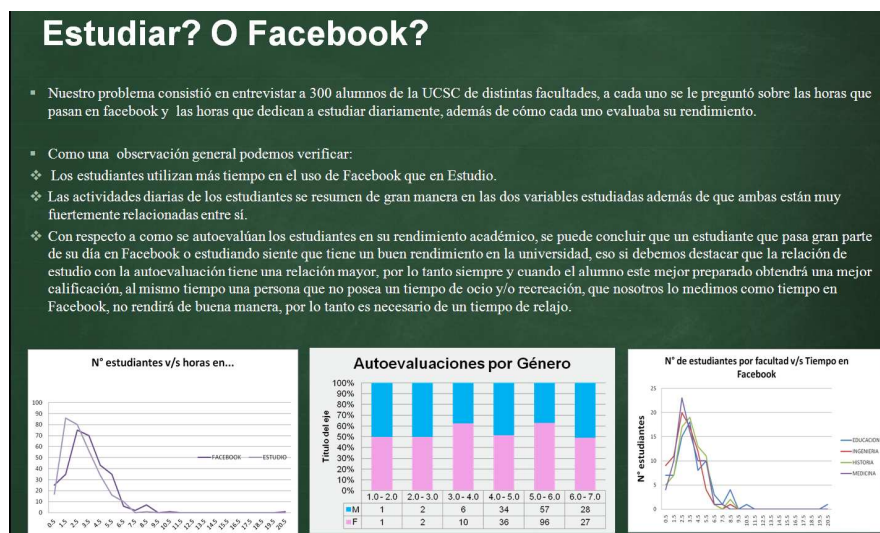


Figura 1. Estudio sobre el tiempo de un trabajo en ppt enviado a la plataforma EV@

A continuación se muestra los resultados recogidos del grupo curso. La evidencia de esta actividad está en correspondencia con los resultados de aprendizaje (RA) 1 y 3. Se presentaron 15 trabajos, 10 de la sección 1 y 5 de la sección 2. Hubo trabajos que no exhibieron la base de datos con lo cual es difícil verificar su correcta tabulación de la distribución de frecuencias; las tablas de doble entrada se presentaron con muchos ceros en las celdas lo que no es recomendable. Hay confusión de la simbología en las distribuciones de frecuencias. No se interpretaron los coeficientes de simetría y curtosis, al igual que algunos gráficos. Además, se presentaron recogidas de datos de encuestas en estudiantes de varias Facultades y tabuladas por género, sin embargo, no se discute y analiza las variables de estudio cruzando la información con la variable género y Facultades.

En la Tabla 2, observamos que el 52% presentó una diapositiva, y en varios trabajos fueron de 4 a 9 ppt. La mayoría de los ítems superan el 65% de logros y el promedio de las calificaciones de notas de los trabajos fue de 5.8. Además, el 100% de los trabajos utilizaron los elementos metodológicos de la estadística descriptiva (RA1) y el 73% usaron los recursos informáticos (RA3).

Finalmente, esperamos que esta actividad de estudio exploratorio de datos en un contexto mediante la estadística descriptiva, contribuya en la iniciación metodológica del trabajo final.

Tabla 2. Pauta de evaluación Actividad 2

Criterio: Escala de Valoración	Puntaje ideal	Puntaje promedio obtenido	%
2.1 Título del trabajo	01	01	100
2.2 Contexto y fundamentación del problema	10	8.2	82
2.3 Selección de variables y recogida de datos:	15	12.8	85
Selección de Variables	6	5.2	87
Recogida de Datos	9	7.6	84
2.4 Análisis de resultados:	20	15.7	79
Tabulación de datos	2	2	100
Interpretar información gráfica	4	2.6	65
Calcular medidas estadísticas	4	3.9	98
Coeficiente correlación ecuación regresión	4	2.7	68
Justificar resultados, simetría,..	2	1.3	67
Uso de la informática	4	3.1	78
2.5 Conclusiones	05	3.6	72
2.6 Presentación del informe en Word	04	3.7	92
2.7 Resumen en una diapositiva ppt	05	2.6	52
Total	60	47.6	79
Resultado de aprendizaje R1	1	1	100
Resultado de aprendizaje R3	1	0.73	73

Actividad 3. Informe de Iniciación Científica.

Indicaciones a los estudiantes: Caracterizar y plantear un problema a la ingeniería mediante un informe orientado a proyectos escrito en Word. Se debe realizar búsqueda sistemática de documentación, enunciar objetivos e hipótesis, utilizar el razonamiento estadístico, discutir críticamente los resultados obtenidos y utilizar correctamente los recursos informáticos.

Se pretendió que el estudiante caracterizara y planteara un problema aplicado a la ingeniería mediante un informe. Además, de realizar búsqueda sistemática de documentación, enunciar objetivos e hipótesis, utilizar el razonamiento estadístico, discutir críticamente los resultados obtenidos y utilizar correctamente los recursos informáticos.

La actividad más importante fue un trabajo de iniciación científica basado en un proyecto de aplicación contextualizado a la ingeniería. Se presentaron 18 trabajos en grupos de 4 estudiantes. De acuerdo a los objetivos planteados en cada grupo, surgieron variables y codificación de información. Para ello, utilizaron en sus bases de datos las herramientas tecnológicas (principalmente Excel y G-numeric) para el análisis y toma de decisiones en las distintas situaciones problemas generados. El informe fue presentado en formato Word. La tabulación se realizó mediante la escala de valoración en los distintos ítems para cada trabajo. La evidencia de esta actividad está en correspondencia con el resultado de aprendizaje (RA) 1, 2 y 3.

Los títulos de los proyectos fueron los siguientes:

Análisis estadístico químico del suelo de la ciudad de Arica - Análisis hidrológico del caudal del Río Laja - Análisis químico de suelos de Chaitén y Santa Bárbara – El mito sobre las predicciones sismológicas – Producción del cobre en Codelco – Estudio de suelo – Impacto vial en una arteria en Concepción – Distribución y consumo energético en el Gran Concepción – Estudio del desempeño de la locomoción colectiva – Estudio de la

telefonía móvil – Distribución de energía eléctrica en Chile, por clientes 1997-2011 – Ventas reales 2011 Tiendas Va&Ven – Turismo en Chile – Disponibilidad de materia prima en Empresa Blumar – Pronóstico de exportación entre subproducto en el Bío Bío – Estudio estadístico sobre las líneas de microbuses que conforman el sistema de transporte urbano de la ciudad de Concepción – Estudio y análisis de las actividades económicas regionales y su relevancia a nivel país. Cabe señalar, que hubo trabajos analizados con datos reales concedidos por profesores de Ingeniería Civil, por ejemplo en los ámbitos de la hidrología y química de suelo. Por tanto los 19 estudiantes de Ingeniería Civil Geológica y 36 de Ingeniería Civil Industrial han comenzado el vínculo con problemas propios de la Ciencia de la Ingeniería.

En cuanto al proyecto, la Tabla 3 muestra que la mayoría de los estudiantes alcanzaron la formulación de un problema aplicado a la ingeniería, la recolección de datos reales y cumplieron con el formato establecido del proyecto de iniciación científica. No obstante, hay que continuar el apoyo hacia la declaración de los objetivos y las hipótesis estadísticas. De esta manera, según el ítem 3.4 un 62% de los proyectos presentados han desarrollado correctamente el uso de la metodología de estadística descriptiva (RA1) y la aplicación de los intervalos de confianza y pruebas de hipótesis (RA2). Sin lugar a dudas, todos los trabajos se apoyaron de los recursos informáticos para el análisis estadístico (RA3).

Tabla 3. Pauta de evaluación Actividad 3

Criterio: Escala de Valoración	Puntaje ideal	Puntaje promedio obtenido	%
3.1 Fundamentación del problema	06	4.47	75
3.2 Enunciar objetivos e hipótesis	04	1.94	49
3.3 Búsqueda de información y elaboración de la matriz de datos	04	3.05	76
3.4 Aplicación de la metodología estadística en el análisis de datos	10	6.17	62
3.5 Discusión crítica de los resultados	08	4.82	60
3.6 Cumple con la pauta del Informe del Proyecto	04	3.05	76

Actividad 4. *Presentación oral del Proyecto.*

Indicaciones a los estudiantes: Una vez entregado su informe escrito, cada grupo debe realizar una defensa de los resultados obtenidos de su proyecto.

Esta actividad contempló la defensa de los resultados obtenidos del proyecto. Del grupo de cuatro estudiantes se seleccionó a uno de los cuatro en forma aleatoria para exponer el trabajo (Figura 2). A su vez, otros cuatro estudiantes del curso, también elegidos al azar, llevaron a cabo coevaluaciones de las exposiciones.



Figura 2. Presentación de uno de los trabajos finales del curso

El tipo de evaluación es la habitual que lleva el profesor de los aprendizajes de sus estudiantes (heteroevaluación) y la evaluación entre los estudiantes de una actividad (coevaluación). La tabulación se realizó mediante la escala de valoración en los distintos ítems para cada trabajo. La evidencia de esta actividad está en correspondencia con los resultados de aprendizaje (RA) 1, 2 y 3. Se observa en la Tabla 4 que en general las presentaciones de defensa de los trabajos fueron buenas, destacando la apropiación e interés de temas propio de la ingeniería como son el análisis químico de suelos y estudio de caudales de ríos. Hubo un buen nivel en el discurso y fluidez de los temas y uso del lenguaje estadístico, sobre todo en el análisis de datos mediante estadística descriptiva alcanzando un 86% de logro de aplicación de estos elementos metodológicos (RA1). Se obtuvo un 74% de aprobación por los pares evaluadores (coevaluación) en el uso adecuado del lenguaje en el tema de la inferencia estadística (intervalos de confianza y pruebas de hipótesis), y de un 81% en su correcta aplicación (RA2). Todos usaron la informática (RA3). Los estudiantes calificaron con un 88% la claridad de exponer las hipótesis de investigación y su transformación a hipótesis estadística. De los 17 trabajos expuestos un 71% declaró los objetivos pretendidos en los respectivos temas. Éste es un punto que hay que trabajar con los estudiantes en esta asignatura.

Tabla 4. Pauta de evaluación Actividad 4

Criterio: Escala de Valoración	Puntaje ideal	Puntaje promedio obtenido	%
5.1 Contexto del problema	04	3.85	96
5.2 Claridad de los objetivos	01	0.70	71
De las hipótesis	01	0.88	88
5.3 Aplicación de metodología en la:			
Estadística descriptiva	03	2.61	87
Inferencia estadística	03	2.20	74
5.4 Uso de los recursos informáticos	02	2.00	100
5.5 Uso del lenguaje en los resultados de:			
Estadística descriptiva	03	2.55	85
Inferencia estadística	02	1.61	81
5.6 Presentación personal	02	2.00	100
5.7 Motivación e interés en el tema	03	2.88	96

Conclusiones

Los Proyectos finales aplicados a problemas reales permitieron obtener: informes de iniciación científica de los estudiantes; apropiación del razonamiento estadístico comunicado en las presentaciones orales; valoración crítica del trabajo de pares a través de coevaluaciones y los estudiantes asumen mayor motivación y responsabilidad por su propio aprendizaje integrando varias unidades del curso. En el curso se presentaron 18 proyectos de los cuales 17 fueron aplicados a la ingeniería (94%). La mayoría de los estudiantes alcanzaron la formulación de un problema aplicado a la ingeniería, la recolección de datos reales y cumplieron con el formato establecido del proyecto de iniciación científica. No obstante, hay que continuar el apoyo hacia la declaración de los objetivos y las hipótesis estadísticas.

En relación a los resultados de aprendizaje, al considerar el cumplimiento de las actividades 2, 3 y 4 señalamos que un 83% del grupo curso logró utilizar correctamente la metodología de la estadística descriptiva (RA1), un 55% aplicó adecuadamente los conceptos de inferencia estadística (RA2) y un 85% de los estudiantes usó los recursos informáticos en el análisis estadístico (RA3).

El uso de recursos informáticos para la interpretación crítica de la información permitió favorecer la capacidad de trabajar en equipo de los estudiantes; el dominio de medios tecnológicos necesarios para el análisis de datos; y ampliar la capacidad de analizar situaciones problemas. Debido a la gran cantidad de proyectos presentados por los estudiantes, si bien las exposiciones fueron en general buenas, no se logró debatir con todos los grupos por la limitación de tiempo. En general, la percepción del estudiante respecto de la metodología activa implementada fue positiva, aunque manifiestan un exceso de contenidos del curso. El desempeño docente en el aula de las dos secciones del curso obtuvo calificaciones promedios de 5.8 y 6.5 respectivamente (Escala de 1.0 a 7.0).

La experiencia docente descrita contempló la elaboración de variadas actividades de aprendizaje, cuya implementación fue facilitada mediante el uso adecuado de las tecnologías de información. Se observó el compromiso de los estudiantes en las actividades, presentando sus tareas y trabajo final en una defensa oral de análisis de información de un problema aplicado a la ingeniería. De esta manera, los estudiantes dan cuenta de la importancia de la probabilidad y la estadística como herramienta de análisis en la toma de decisiones en la ingeniería. No obstante, debemos reforzar las competencias estadísticas y resultados de aprendizaje para la formación óptima e integral del profesional ingeniero que espera egresar hoy de las Escuelas de Ingeniería. El uso de medios, como la plataforma virtual, aumentan las posibilidades de trabajo y amplía las representaciones conectando los modelos de probabilidad con la experimentación, aunque hay que tener presente el esfuerzo cognitivo de los estudiantes (delMas, Garfield y Chance, 2004). De esta manera, corresponde continuar el diálogo sobre cuál debe ser la formación profesional de los docentes, lo que permitirá comprender la naturaleza de las probabilidades y estadística que plantean los nuevos programas de estudio universitarios.